

**LAGE UND GRÖÖE DER
STRAHLENRISIKORELEVANTEN ORGANE IM
ABDOMEN BEIM ERWACHSENEN UND IHRE
BEZIEHUNG ZUR ERMITTLUNG DER
STRAHLENEXPOSITION**

KAMIL VYHNALEK

1987

Distri. München





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554822_0077

Aus der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung
mbH Neuherberg bei München und der Radiologischen Kli-
nik und Poliklinik im Klinikum Großhadern der Ludwig -
Maximilians - Universität in München

(Vorstand : Prof. Dr. med. J. Lissner)

Lage und Größe der strahlenrisikorelevanten Organe
im Abdomen beim Erwachsenen und ihre Beziehung zur
Ermittlung der Strahlenexposition

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Kamil Vyhnalek

aus Prag

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Prof. Dr. F.- E. Stieve

Mitberichterstatter : Prof. Dr. J. Lissner

Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen

Prüfung : 22.10.1987

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung.....	1
2. Dosisbegriffe.....	3
2.1. Energiedosis.....	3
2.2. Äquivalentdosis.....	3
2.3. Effektive Dosis.....	4
3. Risikorelevante Organe.....	7
3.1. Keimdrüsen.....	7
3.2. Knochenmark.....	8
3.3. Lunge.....	8
3.4. Schilddrüse.....	9
3.5. Milz und Lymphknoten.....	9
3.6. Verdauungstrakt.....	10
3.7. Niere.....	10
3.8. Vaskuläres System.....	10
3.9. Risikowerte für die einzelnen Organe.....	11
4. Computertomographisch erfassbare Organe.....	13
5. Topographie.....	15
5.1. Leber.....	15
5.2. Milz.....	16
5.3. Nieren.....	17
5.4. Pankreas.....	18
5.5. Nebennieren.....	18

6.	Material und Methodik.....	20
6.1	Statistik.....	24
7.	Ergebnisse.....	26
7.1.	Größe der Organe.....	26
7.2.	Lage der Organe.....	31
7.3.	Korrelation zwischen Organlage bzw. -volumen und äußeren Körpermaßen.....	37
8.	Besprechung der Ergebnisse und Vergleich mit vorhandenen Daten.....	53
9.	Zusammenfassung.....	56
10.	Literaturverzeichnis.....	58
11.	Lebenslauf.....	61

1. Einleitung

Im Rahmen der diagnostischen und therapeutischen Anwendung von ionisierenden Strahlen ist der Patient Strahlendosen ausgesetzt, die für die Körperorgane unterschiedliche Relevanz besitzen. Die schädliche Wirkung der Strahlenexposition ist abhängig von der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Bestrahlung, der Strahlenart, Strahlendosis und von der Strahlensensibilität der exponierten Gewebe (z.B. Mausepithel, Keimdrüsen).

Um das Risiko einer Wirkung der ionisierenden Strahlen bei Bestrahlung von außen auf die Gesundheit des Patienten abschätzen zu können, benötigt man Kenntnis über die genannten Daten und über Größe und Lagebeziehungen der zu beurteilenden Organe. Die einzigen bisher verfügbaren Daten (International Commission on Radiation Protection, Publication 23) beziehen sich auf Größen und Gewichte der Organe, enthalten aber keine Angaben über die topographischen Verhältnisse.

Es wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen den Organgrößen und Lagebeziehungen und von außen zugänglichen Maßen wie z.B. Körpergröße, Körpergewicht oder Abdomeindurchmesser in Rückenlage besteht, bzw. ob sich eine Korrelation zwischen den Organen selbst finden läßt.

Die Bestimmung der Lage und Größe der Organe ist eine der Bedingungen, um die effektive Äquivalentdosis bei Bestrahlung von außen bestimmen zu können und damit die Wahrscheinlichkeit einer eventuellen strahlenbedingten Schädigung voraussagen zu können. /3,7/

2. Dosisbegriffe

2.1. Energiedosis

Die Energiedosis ist definiert als Quotient aus der Strahlungsenergie, die in einem Volumenelement beliebigen Materials absorbiert wird, und der Masse des Volumenelements.

SI-Einheit: Gray (Gy) , wobei $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Joule/kg}$ ist.

Alte Einheit: rad (rd) , wobei $1 \text{ rd} = 0.01 \text{ Gy}$ ist.

2.2. Äquivalentdosis

Da die Energiedosis allein nicht zur Risikobeurteilung ausreicht, wurde von der ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements) eine weitere Größe eingeführt, die Äquivalentdosis. Sie ist geeignet, die Wahrscheinlichkeit von stochastischen Effekten nach Strahlenexposition zu ermitteln. Sie ist das Produkt aus Energiedosis und einem dimensionslosen Bewertungsfaktor für die biologische Wirkung der betreffenden Strahlenart und sonstigen modifizierten Faktoren. Der Faktor hat den Wert 1 für Röntgen-, Beta- und Gammastrahlung, für Alphastrahlung den Wert 20.

SI-Einheit: Sievert (Sv) , wobei $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Joule/kg}$ ist.

Alte Einheit: Rem (rem) , wobei $1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Sv}$ ist.



2.3. Effektive Äquivalentdosis

In früheren Veröffentlichungen hat die Internationale Strahlenschutzkommission das Risiko strahlenbedingter Schäden nach Ganzkörperbestrahlung ermittelt und als Risiko pro Million Einwohner und Dosis in rad angegeben. Da jedoch eine gleichförmige Bestrahlung des gesamten Körpers sowohl bei Bestrahlung von außen als auch bei Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper nur bei bestimmten Expositionen anzunehmen ist, wurde von der ICRP 1977 ein Bewertungsmodus eingeführt, der es gestattet, durch Summierung der Dosiswerte in den einzelnen risikorelevanten Organen das Gesamtrisiko zu bestimmen. Diese Bewertung erfolgt mit der effektiven Äquivalentdosis.

Bei der effektiven Äquivalentdosis werden die mittleren Äquivalentdosen der einzelnen Organe des Körpers gewichtet und aufsummiert. Das Gewicht bestimmt sich aus den relativen Beiträgen der einzelnen Organe, ausgedrückt als Wahrscheinlichkeit, an Strahlenfolgen zu sterben, zum gesamten Strahlenrisiko des Menschen bei Ganzkörperbestrahlung.

Die von der Internationalen Strahlenschutzkommission Kommission empfohlenen Werte der Wichtungsfaktoren zeigt folgende Tabelle:

Gewebe	Faktor
Keimdrüsen	0.25
Brustdrüse	0.15
rotes Knochenmark	0.12
Lunge	0.12
Schilddrüse	0.03
Knochenoberflächen	0.03
übrige	0.30

Für jedes der fünf unter "übrige" zusammengefaßten Organe, d.h. diejenigen Organe, die nach den zunächst genannten die höchsten Werte aufweisen, soll der Wert 0.06 angewendet werden, wobei bei Bestrahlung des Magen-Darm-Traktes der Magen, der Dünndarm, der obere und der untere Dickdarm als vier getrennte Organe betrachtet werden.

Die Äquivalentdosis H an einem Punkt im Gewebe wird durch die Gleichung

$$H = D Q N$$

angegeben, wobei D die Energiedosis, Q der Qualitätsfaktor und N das Produkt aller von der Kommission spezifizierten modifizierten Faktoren ist. Sie berücksichtigen z.B. die Energiedosisleistung und Fraktionierung. Gegenwärtig wurde dem Faktor von der Kommission

der Wert 1 gegeben. Der Qualitätsfaktor Q berücksichtigt die mikroskopische Verteilung der absorbierten Energie auf die risikorelevanten Zellen.

Fast jede Strahlenexposition des Körpers hat die Bestrahlung von mehr als einem Gewebe zur Folge. Es ist daher angebracht, für stochastische Wirkungen im Rahmen des Strahlenschutzes einen Äquivalentdosisgrenzwert zu empfehlen, der auf dem Gesamtrisiko aller bestrahlten Gewebe beruht.

3. Risikorelevante Organe

Die Risikofaktoren für verschiedene Gewebe beruhen auf der geschätzten Wahrscheinlichkeit der Induktion von malignen Tumoren, von nichtstochastischen Veränderungen oder genetischen Defekten, die sich bei lebendgeborenen Nachkommen manifestieren. Ein Gewebe ist umso strahlenempfindlicher, je näher seine Zellen der Embryonalphase stehen und je höher seine Mitoserate ist, was allerdings nichts über die Art der Schädigung aussagt. /3,7/

3.1. Keimdrüsen

Die Hoden und die Ovarien zählen zu den strahlenempfindlichsten Geweben. Eine Karzinominduktion durch ionisierende Strahlung konnte bisher nicht sicher nachgewiesen werden, dagegen wird die Fertilität bei bereits niedrigen Dosen zumindest temporär beeinträchtigt. Bei der Frau ist die Wirkung altersabhängig, da ab der Geburt keine Neubildung der Oozyten mehr stattfindet und somit keine Regenerationsfähigkeit besteht.

In den Hoden dagegen findet nach der Pubertät eine ständige Proliferation der Spermatogonien statt, so daß die Zahl der Zellen bei submaximaler Dosis wieder ansteigen kann. Die strahleninduzierten Mutationen und Chromosomenveränderungen führen zu einem Anstieg der natürlich

auftretenden vererbbaeren Krankheiten. Das Ausmaß dieser Erhöhung konnte bisher am Menschen allerdings nicht nachgewiesen werden. Die Daten, die den Berechnungen am Menschen zugrundegelegt werden, stammen aus Tierversuchen. /3,4,7/

3.2. Knochenmark

Das hämatopoetische System zeigt eine ausgeprägte Strahlenempfindlichkeit. Beobachtungen an berlebenden der Atombombenexplosionen des Zweiten Weltkriegs haben eine Häufung von strahleninduzierten Leukämien ergeben, die hauptsächlich auf eine Schädigung des roten Knochenmarks zurückgeführt werden. /3,4,7/

3.3 Lunge

Tumoren des Atemtraktes sind sowohl nach Inhalation von radioaktiven Gasen oder Stäuben, als auch nach Bestrahlung von außen beschrieben worden. Das Risiko einer Karzinomentstehung bewegt sich in der Größenordnung der Leukmieinduktion bei Bestrahlung des roten Knochenmarks. /3,4,7/

3.4. Schilddrüse

Für den strahleninduzierten Krebs der Schilddrüse sind offensichtlich die Epithelzellen der Schilddrüsenfollikel verantwortlich. Ihre Empfindlichkeit ist größer als die des Knochenmarks bezüglich der Leukämieentstehung. Jedoch führt von den Schilddrüsenkarzinomen nur ein geringer Prozentsatz zum Tode, woraus sich ein niedriger Risikofaktor ergibt. /3,4,7/

3.5. Milz und Lymphknoten

Das lymphoretikuläre Gewebe mit seinen vielen Zellarten zeigt große Unterschiede in der Strahlensensibilität, als besonders strahlensensibel gelten die Lymphozyten. Sie werden deshalb als histologische Indikatoren zur Ermittlung der Höhe der Strahlenexposition benutzt. Bei Teilkörperbestrahlung vollzieht sich ein schneller Wiederaufbau der Lymphfollikel durch Einwanderung von lymphozytären Zellen aus nicht bestrahlten Teilen des lymphatischen Systems. Die Bestrahlung führt zu einer Funktionsbeeinträchtigung der Lymphozyten und Retikulumzellen, aber kaum zur Krebsentstehung. /3,4,7/

3.6. Verdauungstrakt

Für die Schleimhaut des Magen-Darm-Traktes als proliferierendem Gewebe kann eine Bestrahlung mit ionisierenden Strahlen als karzinogen angesehen werden, wenn auch für die einzelnen Abschnitte in unterschiedlichem Ausmaß. Bei mittleren Dosen kommt es eher zu Ulzerationen oder Entzündungen. Auch für die Leber ist eine Karzinomentstehung durch ionisierende Strahlung wahrscheinlich. /3,4,7/

3.7. Niere

Therapeutisch verabfolgte Dosen können zur Niereninsuffizienz und letztlich zu Schrumpfnieren führen. Durch die Bestrahlung kann auch ein renaler Hochdruckmechanismus ausgelöst werden, meist verläuft eine Teilbestrahlung des Nierenparenchyms jedoch ohne klinische Symptomatik. Eine Induktion von Neoplasien ist für die Nieren nicht beschrieben worden. /3,4,7/

3.8. Vaskuläres System

Die Endothelien der kleinen Gefäße reagieren auf ionisierende Strahlen zum Teil mit Schwellungserscheinungen, die bis zur Obliteration führen können. Somit kann jedes Organ durch Veränderungen der Kapillaren mit Beein-

trächtigung der Sauerstoff- und Substratzufuhr sekundär geschädigt werden. /3,4,7/

3.9. Risikowerte für die einzelnen Organe

Das wissenschaftliche Komitee der Vereinten Nationen über die Wirkung Atomarer Strahlung (UNSCEAR) hat ebenso wie das entsprechende Komitee in den USA sowie andere Expertenkommissionen Risikowerte für die einzelnen Organe ermittelt. Sie sind Mittelwerte pro Einwohner pro 0.01 Sv und sind unabhängig von Alter und Geschlecht als Todesfälle durch ionisierende Strahlung angegeben. Sie sind hier abschließend wiedergegeben:

Risikoangaben verschiedener Kommissionen
pro Einwohner und Sv:

Organ	UNSCEAR (1977)	ICRP (1977)
Rotes Knochenmark	$1,5 - 2,5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Brust	$1 - 5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Lunge	$2 - 5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Schilddrüse	$5 - 15 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
Knochen	$2 - 5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
Haut	$5 \cdot 10^{-4}$	-

Organ	BEIR (1980)
Rotes Knochenmark	$10,4 - 6,6 \cdot 10^{-4}$
Brust	$2,2 - 4,5 \cdot 10^{-4}$
Lunge	$2,2 - 4,5 \cdot 10^{-4}$
Schilddrüse	$4 \cdot 10^{-4}$
Knochen	$1 \cdot 10^{-4}$
Haut	$1 \cdot 10^{-4}$

ICRP : Internationale Strahlenschutzkommission

BEIR : Biological Effects of Ionising Radiation

UNSCEAR : Wissenschaftliches Komitee der Vereinten
Nationen über die Wirkung Atomarer Strahlung

4. Computertomographisch erfaßbare Organe

Die Computertomographie ist ein radiographisches Abbildungssystem, das eine dreidimensionale Dichteverteilung einer Objektschicht in einem digitalen Bild in einer Ebene abbildet. Sie ist ein Verfahren, das es ermöglicht die räumliche Anordnung von Strukturen und deren Dichteverteilung im Bild zu erfassen. Die Transformation eines dreidimensionalen Objekts in ein zweidimensionales Bild mittels einer geeigneten Meßanordnung ist ein Abbildungsprozeß mit einem begrenzten Auflösungsvermögen. Die Auflösung ist begrenzt durch die Größe der Bildelemente, die Schichtdicke, das Absorptionsvermögen im Organ und dessen Unterschied zu benachbarten Geweben, das Bildelement wiederum ist abhängig von der Rekonstruktionsmatrix. Diese Parameter sind durch die Apparatur vorgegeben. Sie bedingen, daß Volumenelemente ab einer Kantenlänge von ca. 7 mm erkannt werden können.

Aus der Gleichmäßigkeit der Darstellung von Dichten resultiert der Kontrast, der von der Strahlenqualität und der mittleren Absorption und damit von der applizierten Dosis abhängig ist, und der erst eine eindeutige Identifizierung von Strukturen ermöglicht.

Bei der Vermessung der risikorelevanten Organe an computertomographischen Schnitten des Abdomens beim

Erwachsenen stößt man auf gewisse Schwierigkeiten, die zum einen darin begründet sind, daß sich die Dichte des Parenchyms nicht von der Umgebung abgrenzen läßt (z.B. Ovarien), zum anderen eine Messung der Organvolumina nicht durchführbar ist (Dünndarm, Dickdarm). Außerdem trifft man in der Beckenregion auf die Problematik, daß die für diese Aufgabenstellung benötigten Schichten abgesehen von speziellen Untersuchungen bei gynäkologischen Fragestellungen nicht aufgenommen worden sind, oder aber daß die betreffenden Strukturen pathologisch verändert sind, und somit aus der Beurteilung ausgeschlossen werden müssen. Die wichtigsten in der abdominalen Computertomographie erfaßbaren Organe sind die Leber, die Milz, die Nieren, das Pankreas und die Nebennieren. Das Pankreas hat zwar eine homogene Dichte, ist aber häufig von physiologischen Nachbarstrukturen schwer abgrenzbar, so daß bei einer Volumenbestimmung des Organs ohne Kontrastierung des Duodenums Ungenauigkeiten auftreten können. Die Größe der Nebennieren bewegt sich zum Teil in der Größenordnung der in der abdominalen Computertomographie üblichen Schichtdicke von 8 mm, wodurch die Ungenauigkeit der Meßergebnisse unter Umständen gesteigert wird. Eine weitere Fehlerquelle ist die Atmungsverschieblichkeit der abdominalen Organe bei der Aufnahme.

/2,6,10/

5. Topographie

5.1. Leber

Die Leber ähnelt in ihrer Form einer dreiseitigen liegenden Pyramide. Sie reicht vom rechten Hypochondrium über das Epigastrium bis teilweise in das linke Hypochondrium. Rechts ventral projiziert sich in der Medio-klavikularlinie der am weitesten kranial gelegene Anteil der Leber, der rechte Leberlappen, in den vierten ICR (Interkostalraum). Der höchste Punkt des linken Leberlappens findet sich im 5. ICR links parasternal. Der rechte ventrokaudale Rand liegt in Höhe des 10. ICR. Dorsal rechts bis zur Linea scapularis projiziert sich die Lebergrenze in den 7. ICR, der kaudale Rand etwa auf die 11. Rippe. Nachbarschaftsbeziehungen bestehen kranial zum Zwerchfell (Facies diaphragmatica), dorsal zum 10. und 11. Brustwirbelkörper, zu den Crura diaphragmatis, zum abdominalen Teil der Aorta und des Ösophagus und zur rechten Nebenniere. Die kaudale Fläche der Leber liegt der Kardie, dem Corpus ventriculi und dem Pylorus an, dem oberen Teil des Duodenums, der rechten Niere und der rechten Kolonflexur. /1,8,9/ In der ICRP Publication 23 sind für die Leber folgende Daten angegeben :

Gewicht :	Männlich 1800 g	Weiblich 1400 g
Breite :	20 - 30 cm	
Tiefe :	10 - 21 cm	
Höhe :	7 - 15 cm	/4/

5.2. Milz

Die Milz liegt verborgen in der rechten Regio hypochondriaca unter dem Rippenbogen. Sie hat die Form einer Kaffeebohne, die mit der konvexen Seite dem Zwerchfell anliegt, an der konkaven Seite finden sich neben dem Hilus die Impressionen der Nachbarorgane. Der kraniale Teil der viszerale Fläche liegt der großen Krümmung des Magens an, der mittlere der linken Niere und Nebenniere, der kaudale der linken Kolonflexur und der Cauda pancreatis. /1,8,9/

In der ICRP Publication 23 sind für die Milz folgende Daten angegeben :

Gewicht :	Männlich 180 g	Weiblich 150 g
Breite :	10 - 14 cm	
Tiefe :	6 - 10 cm	
Höhe :	3 - 4 cm	/4/

5.3. Nieren

Die bohnenförmigen Nieren liegen den Mm. psoas und quadratus lumborum so an, daß die Längsachsen leicht nach oben hin konvergieren. Sie sind stark atemverschieblich, bei mittlerer Inspiration reicht der obere Pol der rechten Niere in Höhe des 12. Brustwirbelkörpers, der untere in Höhe des 3. Lendenwirbelkörpers. Die linke Niere ist meist etwas größer und liegt ca. um einen Wirbelkörper höher als die rechte.

Dem oberen Nierenpol liegt jeweils die Nebenniere an, dorsal wird die Niere von der 12. Rippe gekreuzt. Der obere Pol der rechten Niere liegt der rechten Kolonflexur und dem rechten Leberlappen an, der mediale Anteil ist der Pars descendens duodeni benachbart.

Die ventrale Seite der linken Niere liegt der hinteren Magenwand und der Cauda pancreatis an, der kaudale Teil einigen Dünndarmschlingen. Kranial legt sich der Außenfläche der linken Niere die Milz an. /1,8,9/

In der ICRP Publication 23 sind für die Nieren folgende Daten angegeben :

Gewicht :	Männlich 310 g	Weiblich 275 g
Breite :	5 - 6 cm	
Tiefe :	3 - 4 cm	
Höhe :	10 - 12 cm	/4/

5.4. Pankreas

Das Pankreas liegt der hinteren Bauchwand etwa in Höhe des 11. Brustwirbelkörpers bis 2. Lendenwirbelkörpers an, dabei befindet sich ein Drittel des Organs in der rechten Körperhälfte, zwei Drittel in der linken. Der Pankreaskopf ist vom duodenalen C umschlossen und weist zusammen mit dem Körper Nachbarschaftsbeziehungen zu den großen Bauchgefäßen auf. Der Pankreasschwanz liegt dorsal der linken Kolonflexur und verläuft bis zur viszeralen Fläche der Milz. /1,8,9/

In der ICRP Publication 23 sind für das Pankreas folgende Daten angegeben :

Gewicht :	Männlich 100 g	Weiblich 85 g
Breite :	14 - 18 cm	
Tiefe :	3 - 9 cm	
Höhe :	2 - 3 cm	/4/

5.5. Nebennieren

Die linke Nebenniere ist etwa halbmondförmig und liegt medial des kranialen Nierenpols. Sie überragt die Nierenkuppe um 10 - 20 mm. Die rechte Nebenniere legt sich häufig dem medialen Rand des rechten Leberlappens an und erschwert somit die computertomographische Diffe-

renzierung. Sie sitzt mit ihrer Spitze der Vena cava auf, oberhalb des ipsilateralen Nierenpols, und zwar im Gegensatz zur linken Nebenniere ohne bindegewebige Fixation. /1,8,9/

In der ICRP Publication 23 sind für die Nebennieren folgende Daten angegeben :

Volumen :	Männlich	5470 mm ³	Weiblich	6090 mm ³
Breite :		3.0 - 7.0 cm		
Tiefe :		0.3 - 0.8 cm		
Höhe :		2.0 - 3.5 cm		/4/

6. Material und Methodik

Die Messungen wurden an Computertomogrammen der Radiologischen Klinik der Universität München des Klinikums Großhadern durchgeführt. Zur Auswertung kamen lediglich diejenigen Patienten, bei denen sich in der radiologischen Untersuchung kein pathologischer Befund ergab. Somit kann davon ausgegangen werden, daß es sich um eine repräsentative Stichprobe gesunder erwachsener Personen ohne Bevorzugung einer bestimmten Altersklasse handelt.

Es wurden die Daten von 30 weiblichen und 30 männlichen Patienten ausgewertet.

Mit Hilfe des Tischvorschubs des Gerätes kann die Höhe der zu messenden Organschicht bestimmt werden und durch Bezugnahme auf einen Fixpunkt normiert werden. Da eine möglichst konstant vorhandene und eindeutig zu identifizierende knöcherne Struktur nicht zur Verfügung stand, wurde als Fixpunkt der Bauchnabel des sich in Rückenlage befindlichen Patienten gewählt.

An der Auswerteeinheit EVALUSCOP wurden die Messungen durchgeführt. In jeder einzelnen Schicht wurde das Volumen der jeweils 8 mm dicken Organscheiben bestimmt und schließlich aufsummiert. Außerdem wurde die maximale Ausdehnung in den drei Richtungen des Raumes gemessen.

Für jedes Organ ist ein Mittelpunkt M definiert worden, und zwar als geometrischer Mittelpunkt der Fläche in der Schicht mit der größten Flächenausdehnung des jeweiligen Organs. Einzige Ausnahme von dieser Regel bildet das Pankreas, da bei der Unregelmäßigkeit seiner Strukturen diese Definition wenig sinnvoll erschien. Stattdessen wurde der Mittelpunkt des Caput pancreatis gewählt.

Der Punkt M für jedes Organ dient nun dazu, die Lagebeziehungen der Organe bzw. der Organgrenzen zur Medianebene des Körpers, zur ventralen Rumpfwand und zur Nabelebene beurteilen zu können.

Zur Messung diente der folgende Auswertungsbogen:

Aufnahme-Nr.:

Alter:J. Geschlecht:

Cf-Nr.:

CT-Datum:

Größe:cm

Gewicht:kg

Nabel-Ø l.t.:mm

Nabel-Ø a.p.:mm

fisch mm.	Norm mm	Leber	Milz	reN	liN	Pancr.	reNN	liNN
	304							
	296							
	288							
	280							
	272							
	264							
	256							
	248							
	240							
	232							
	224							
	216							
	208							
	200							
	192							
	184							
	176							
	168							
	160							
	152							
	144							
	136							
	128							
	120							
	112							
	104							
	96							
	88							
	80							
	72							
	64							
	56							
	48							
	40							
	32							
	24							
	16							
	8							
	0							
	-8							
	-16							

Or	Fie	Hg	Fl/M cm ²	A	B	C	D	E	F ₄	F ₂	G ₄	G ₂	H ₄	H ₂	Vol. cm ³
Lober															
Milz															
ren															
lin															
Pancreas															
renn															
linn															
Uterus															

N:= Mittelpkt. des Organs in Höhe der Proben

Flächenausdehnung

A:= Abdomen-W lat. in Höhe M

B:= Abdomen-W a.p. in Höhe M

C:= Abstand der WS-Vorderkante von der ventralen Kumpfwand

D:= Abstand von N von der Medianlinie

E:= Abstand von M von der Tangente der ventralen Kumpfwand

F:= Höhenabstand von M vom 1)Nabel, 2)Xiphoid

G:= Höhenabstand des Organbrennendes vom 1)Nabel, 2)Xiphoid

H:= Höhenabstand des Organunterendes vom 1)Nabel, 2)Xiphoid

Grundlegerkrankung:.....

.....

Behandlung:.....

.....

6.1. Statistik

N = Anzahl der Patienten

x = Abszissenwert

y = Ordinatenwert

$$\sum_{i=1}^N (x'_i)^2 = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad ; \quad \bar{x} = \sum \frac{x_i}{N} \quad ; \quad x'_i = (x_i - \bar{x})$$

$$\sum_{i=1}^N (y'_i)^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad ; \quad \bar{y} = \sum \frac{y_i}{N} \quad ; \quad y'_i = (y_i - \bar{y})$$

$$\sum_{i=1}^N (x'_i y'_i) = \sum_{i=1}^N [(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]$$

$$\sum_{i=1}^N (x'_i)^2 \cdot (y'_i)^2 = \sum_{i=1}^N [(x_i - \bar{x})^2 \cdot (y_i - \bar{y})^2]$$

$$\text{Korrelationskoeffizient : } \frac{\sum (x'_i y'_i)}{\sqrt{\sum (x'_i)^2 \cdot (y'_i)^2}}$$

$$\text{Steigung : } b = \frac{\sum (x'_i y'_i)}{\sum (x'_i)^2}$$

Dann
$$Y_i = \bar{y} + [b \cdot (x_i - \bar{x})]$$

$$\sum Dy_i = \sum (y_i - Y_i) \quad \text{und} \quad D\bar{y} = \frac{\sum (y_i - Y_i)}{N}$$

deshalb
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Dy_i - D\bar{y})^2}{N - 1}}$$

7. Ergebnisse

7.1. Größe der Organe

Die im Computertomogramm meßbaren Organe des Abdomens zeigen eine große Variationsbreite hinsichtlich ihres Volumens. Einen Überblick über die Verhältnisse geben die folgenden Tabellen (eigene Untersuchungen) :

Weiblich

Organ	Volumen (cm ³)	Sigma (cm ³)
Leber	1251.1	196.1
Milz	140.4	39.6
rechte Niere	141.9	17.8
linke Niere	145.9	25.3
Pankreas	58.6	14.7
rechte Nebenniere	3.0	0.8
linke Nebenniere	3.4	0.9

Männlich

Organ	Volumen (cm ³)	Sigma (cm ³)
Leber	1547.1	261.8
Milz	192.4	55.5
rechte Niere	172.9	25.9
linke Niere	179.0	29.3
Pankreas	74.1	18.0
rechte Nebenniere	3.5	1.0
linke Nebenniere	4.3	1.2

Auch die räumliche Ausdehnung bewegt sich innerhalb
weiter Grenzen:

Weiblich

Organ	Höhe (mm)	Sigma (mm)
Leber	150	22.4
Milz	79	12.5
rechte Niere	95	9.0
linke Niere	101	10.6
Pankreas	51	12.5
rechte Nebenniere	23	5.9
linke Nebenniere	29	5.8

Weiblich

Organ	Breite (mm)	Sigma (mm)
-------	-------------	------------

Leber	177	25.5
-------	-----	------

Milz	72	12.5
------	----	------

rechte Niere	53	5.0
--------------	----	-----

linke Niere	56	5.9
-------------	----	-----

Pankreas	99	18.6
----------	----	------

rechte Nebenniere	15	6.0
-------------------	----	-----

linke Nebenniere	15	4.1
------------------	----	-----

Weiblich

Organ	Tiefe (mm)	Sigma (mm)
-------	------------	------------

Leber	147	11.4
-------	-----	------

Milz	64	13.4
------	----	------

rechte Niere	50	6.1
--------------	----	-----

linke Niere	47	3.6
-------------	----	-----

Pankreas	54	12.7
----------	----	------

rechte Nebenniere	18	8.7
-------------------	----	-----

linke Nebenniere	16	3.8
------------------	----	-----

Männlich

Organ	Höhe (mm)	Sigma (mm)
Leber	157	20.2
Milz	89	19.0
rechte Niere	102	9.7
linke Niere	105	9.9
Pankreas	55	13.1
rechte Nebenniere	25	7.8
linke Nebenniere	28	8.5

Männlich

Organ	Breite (mm)	Sigma (mm)
Leber	187	25.9
Milz	81	15.5
rechte Niere	59	6.7
linke Niere	61	6.4
Pankreas	103	17.0
rechte Nebenniere	15	5.6
linke Nebenniere	17	4.3

Männlich

Organ	Tiefe (mm)	Sigma (mm)
Leber	163	14.5
Milz	73	17.4
rechte Niere	56	4.6
linke Niere	52	5.6
Pankreas	54	9.4
rechte Nebenniere	19	9.5
linke Nebenniere	19	5.1

7.2. Lage der Organe

Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Abstände der geometrischen Zentren der Organe im Abdomen (computertomographisch bestimmt) von der ventralen Rumpfwand als Frontalebene, von der Medianebene und als Transversalebene von der Ebene in Höhe des Bauchnabels beim liegenden Patienten.

Weiblich

Organ	Abstand Organzentrum/ Bauchwand (mm)	Sigma (mm)
Leber	95.4	8.4
Milz	148.2	13.1
rechte Niere	130.9	12.3
linke Niere	141.0	9.0
Pankreas	82.5	8.7
rechte Nebenniere	116.5	11.9
linke Nebenniere	113.1	10.3

Weiblich

Organ	Abstand Organzentrum/ Medianebene (mm)	Sigma (mm)
Leber	63.3	8.2
Milz	87.1	8.3
rechte Niere	60.5	6.2
linke Niere	59.4	4.5
Pankreas	16.6	6.6
rechte Nebenniere	27.3	6.0
linke Nebenniere	31.4	4.6

Weiblich

Organ	Abstand Organzentrum/ Nabelebene (mm)	Sigma (mm)
Leber	160.0	19.0
Milz	148.5	20.0
rechte Niere	86.9	26.4
linke Niere	105.3	18.2
Pankreas	103.5	21.0
rechte Nebenniere	123.7	26.1
linke Nebenniere	126.1	17.7

Männlich

Organ	Abstand Organzentrum/ Bauchwand (mm)	Sigma (mm)
Leber	104.4	10.2
Milz	166.7	16.8
rechte Niere	141.5	16.7
linke Niere	157.0	13.9
Pankreas	89.7	12.8
rechte Nebenniere	136.3	14.5
linke Nebenniere	132.6	15.1

Männlich

Organ	Abstand Organzentrum/ Medianebene (mm)	Sigma (mm)
Leber	71.8	8.3
Milz	95.9	10.1
rechte Niere	67.6	7.5
linke Niere	67.4	5.3
Pankreas	16.0	7.4
rechte Nebenniere	29.3	5.2
linke Nebenniere	34.1	4.6

Männlich

Organ	Abstand Organzentrum/ Nabelebene (mm)	Sigma (mm)
Leber	169.8	21.4
Milz	157.7	21.8
rechte Niere	88.3	27.6
linke Niere	107.6	20.9
Pankreas	110.7	20.7
rechte Nebenniere	134.0	22.1
linke Nebenniere	129.0	17.4

Es folgen zum Vergleich Daten, die in der Publ. 23
der International Commission on Radiological Pro-
tection veröffentlicht wurden :

Leber

Männlich : 1800g

Weiblich : 1400 g

Breite : 20- 30 cm

Tiefe : 10 - 21 cm

Höhe : 7 - 15 cm

Milz

Männlich : 180 g

Weiblich : 150 g

Breite : 10 - 14 cm

Tiefe : 6 - 10 cm

Höhe : 3 - 4 cm

Nieren

Männlich : 310 g

Weiblich : 275 g

Breite : 5 - 6 cm

Tiefe : 3 - 4 cm

Höhe : 10 - 12 cm

Pancreas

Männlich : 100 g

Weiblich : 85 g

Breite : 14 - 18 cm

Tiefe : 3 - 9 cm

Höhe : 2 - 3 cm

Nebennieren

Männlich : 5470 mm³

Weiblich : 6090 mm³

Breite : 3 - 7 cm

Tiefe : 0.3 - 0.8 cm

Höhe : 2 - 3.5 cm

Bezogen auf die Ebenen der Zentren beider Nieren ergeben sich folgende Abstände zu den Ebenen der Organzentren :

Männlich

linke Niere - rechte Niere	20 mm
- linke Nebenniere	20 mm
- Pankreaskopf	3 mm
- Milz	50 mm
rechte Niere - rechte Nebenniere	46 mm

Weiblich

linke Niere - rechte Niere	20 mm
- linke Nebenniere	20 mm
- Pankreaskopf	0 mm
- Milz	43 mm
rechte Niere - rechte Nebenniere	37 mm

7.3. Korrelation zwischen Organlage bzw. -volumen und äußeren Körpermaßen

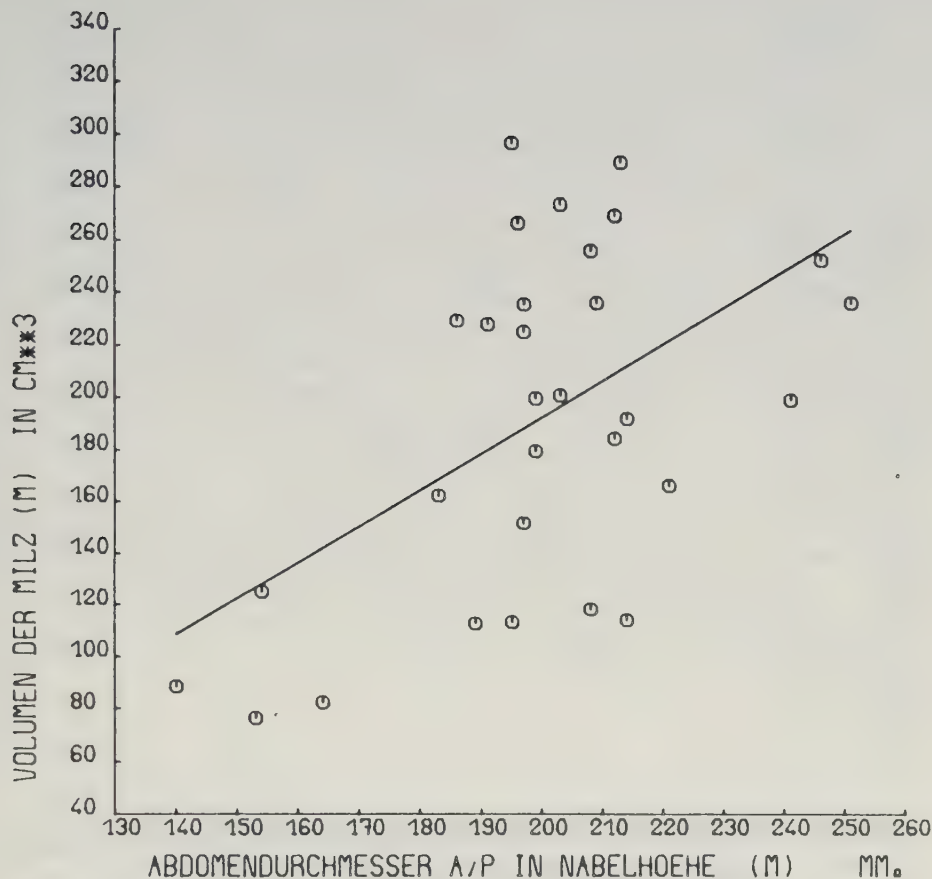
Um die Lage der parenchymatösen Organe im Abdomen zumindest näherungsweise vorhersagen zu können, habe ich versucht eine Korrelation zwischen Volumen und Lage der Organe und äußeren Maßen des Patienten nachzuweisen. Als Bezugsgrößen habe ich die Körpergröße, das Körpergewicht und den Abdomendurchmesser anterior/posterior in Höhe des Bauchnabels in Rückenlage des Patienten benutzt.

Der Versuch, eine Korrelation zwischen der Körpergröße bzw. dem Körpergewicht und den inneren Organen herzustellen, führte zu keinem verwertbaren Ergebnis. Es ergaben sich Korrelationskoeffizienten in einem Bereich zwischen 0.0 und im besten Fall 0.2; sie sind also für eine Lagebestimmung nicht brauchbar. Als verwertbare Korrelation wird allgemein ein Korrelationskoeffizient größer oder gleich 0.5 angesehen.

Solche Werte traten beim Abdomendurchmesser anterior/posterior in Höhe des Bauchnabels als Bezugsgröße auf. Es ergaben sich bei verschiedenen Meßwerten gute Korrelationskoeffizienten, typischerweise bei männlichen Probanden. Der weibliche Körper ist durch die sehr

unterschiedliche Verteilung des subkutanen Fettgewebes für statistische Auswertungen offenbar weniger geeignet.

Die folgenden Diagramme zeigen die Plotergebnisse mit $K > 0.5$:



PLOT DES MILZVOLUMENS GEGEN DEN
ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=199.7 MM.

MITTELWERT VOLUMEN = 192.4 CM**3

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.533

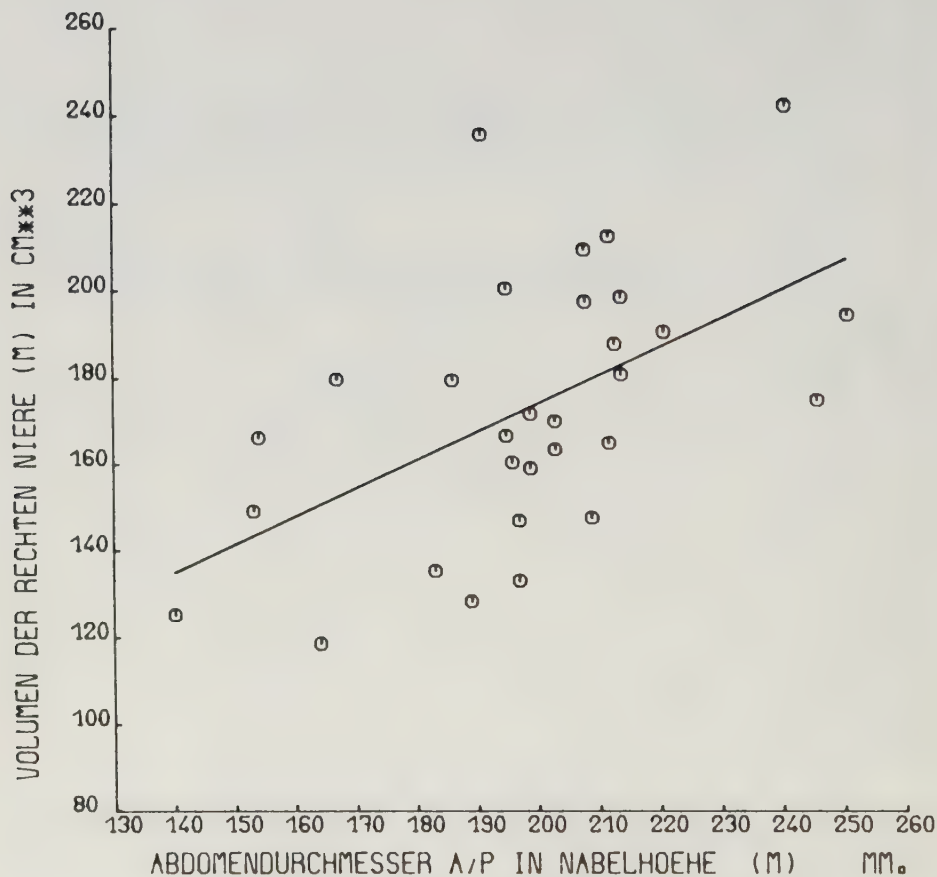
STANDARDABWEICHUNG = 55.5 CM**3

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM VOLUMEN = 76.3 CM**3

MAXIMUM VOLUMEN = 297.3 CM**3



PLOT VOLUMEN RECHTE NIERE GEGEN DEN
ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.6 MM.

MITTELWERT VOLUMEN = 172.9 CM**3

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.54

STANDARDABWEICHUNG = 25.9 CM**3

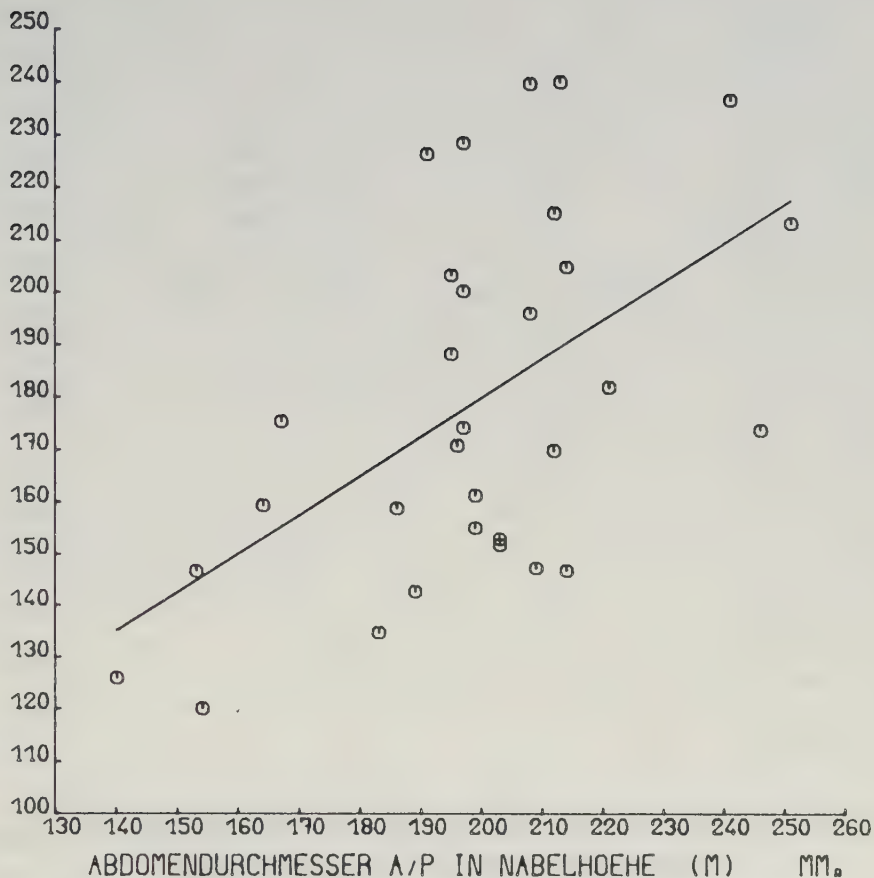
MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM VOLUMEN = 118.7 CM**3

MAXIMUM VOLUMEN = 241.7 CM**3

VOLUMEN DER LINKEN NIERE (M) IN CM**3



PLOT VOLUMEN LINKE NIERE GEGEN DEN
ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.6 MM.

MITTELWERT VOLUMEN = 179.0 CM**3

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.541

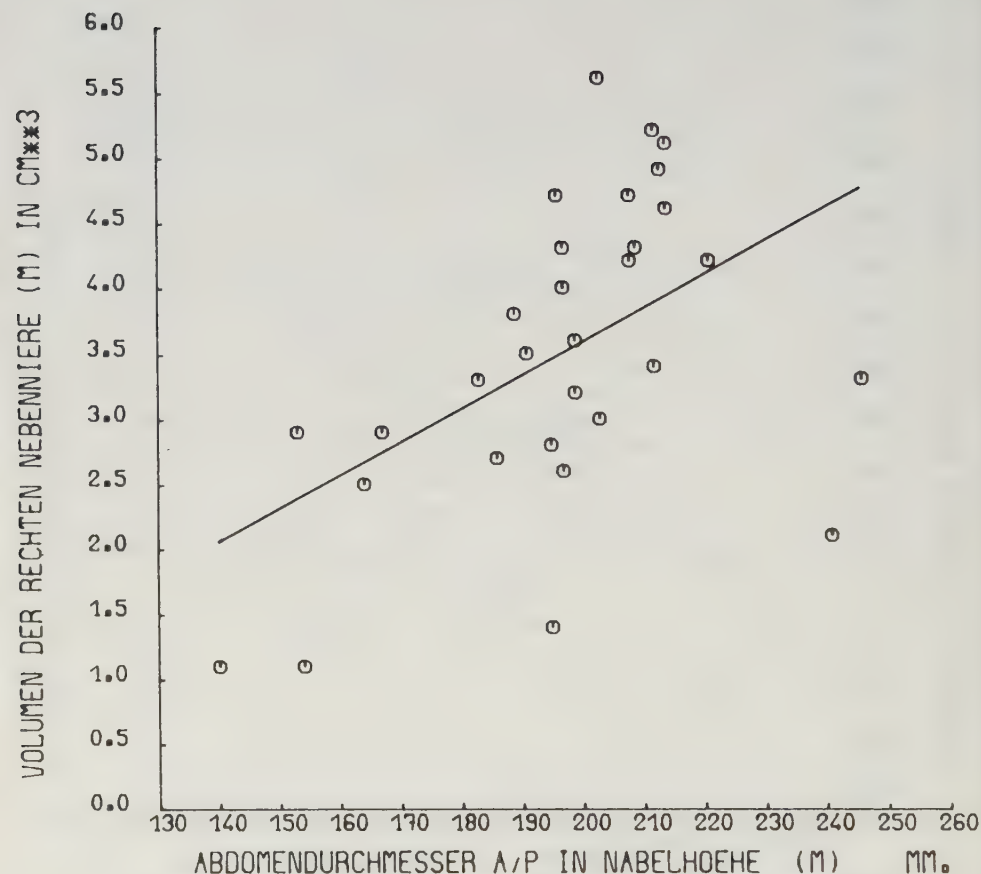
STANDARDABWEICHUNG = 29.28 CM**3

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM VOLUMEN = 120.1 CM**3

MAXIMUM VOLUMEN = 240.6 CM**3



ABDOMENDURCHMESSER A/P IN NABELHOEHE (M) MM.
 PLOT VOLUMEN RECHTE NEBENNIERE GEGEN
 ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=196.9 MM.

MITTELWERT VOLUMEN = 3.5 CM**3

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.506

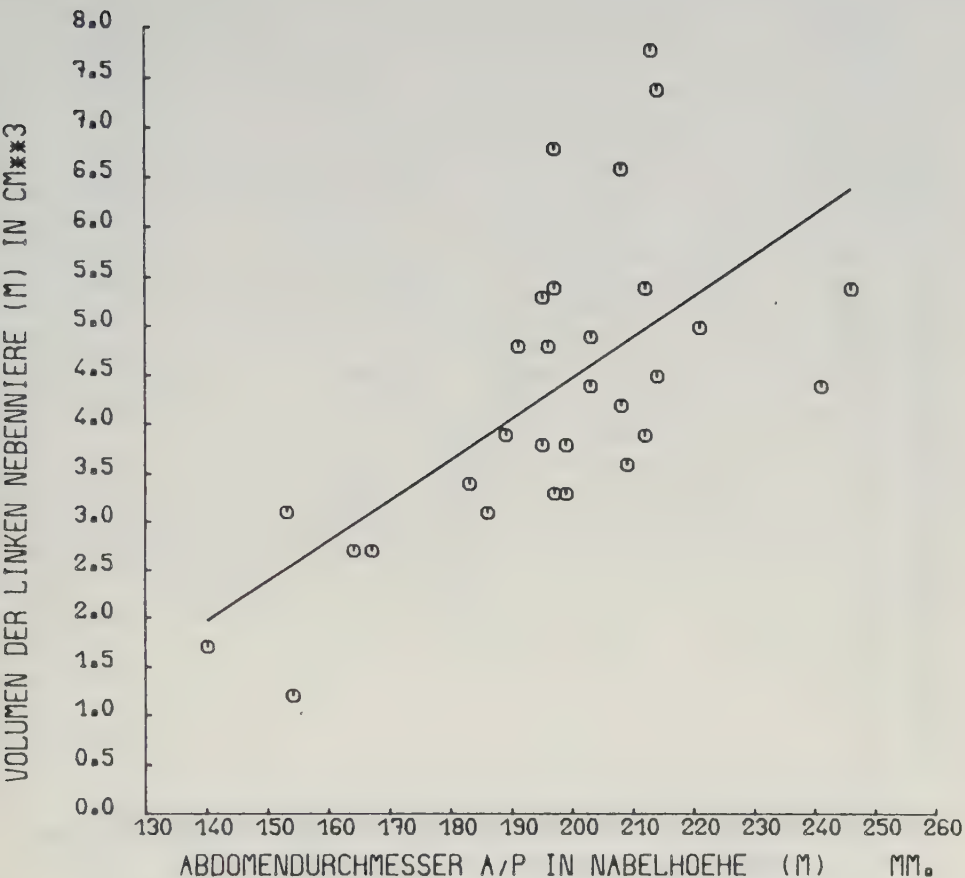
STANDARDABWEICHUNG = 1.02 CM**3

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 246.0 MM.

MINIMUM VOLUMEN = 1.1 CM**3

MAXIMUM VOLUMEN = 5.6 CM**3



PLOT VOLUMEN LINKE NEBENNIERE GEGEN
ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=196.9 MM.

MITTELWERT VOLUMEN = 4.35 CM**3

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.645

STANDARDABWEICHUNG = 1.17 CM**3

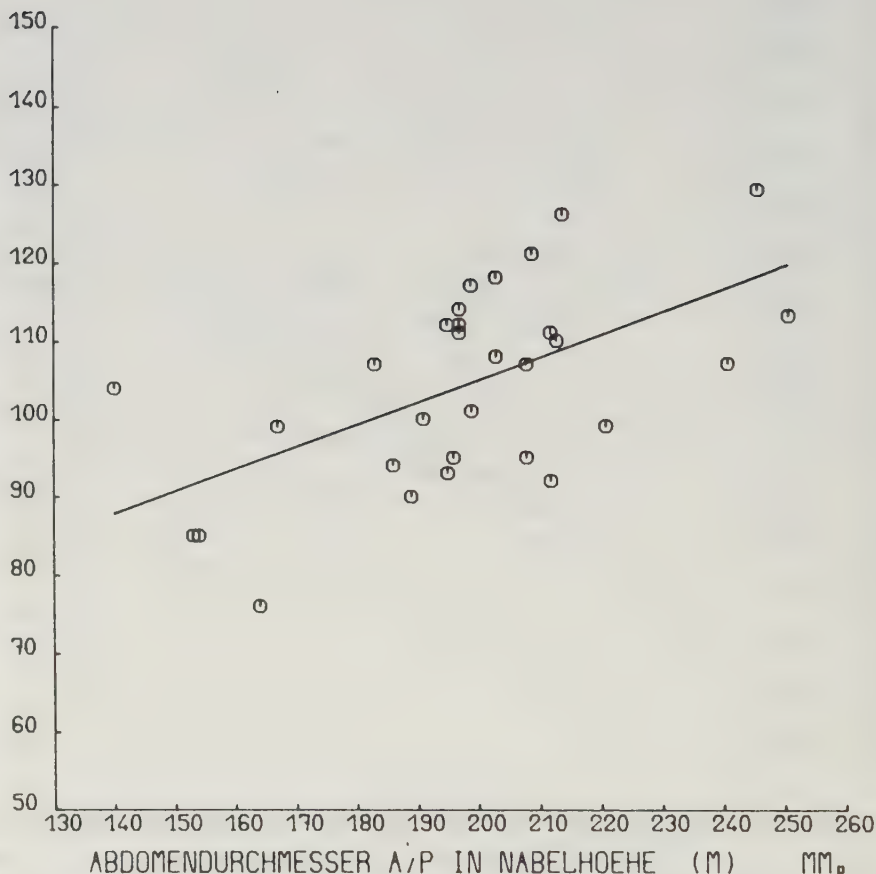
MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 246.0 MM.

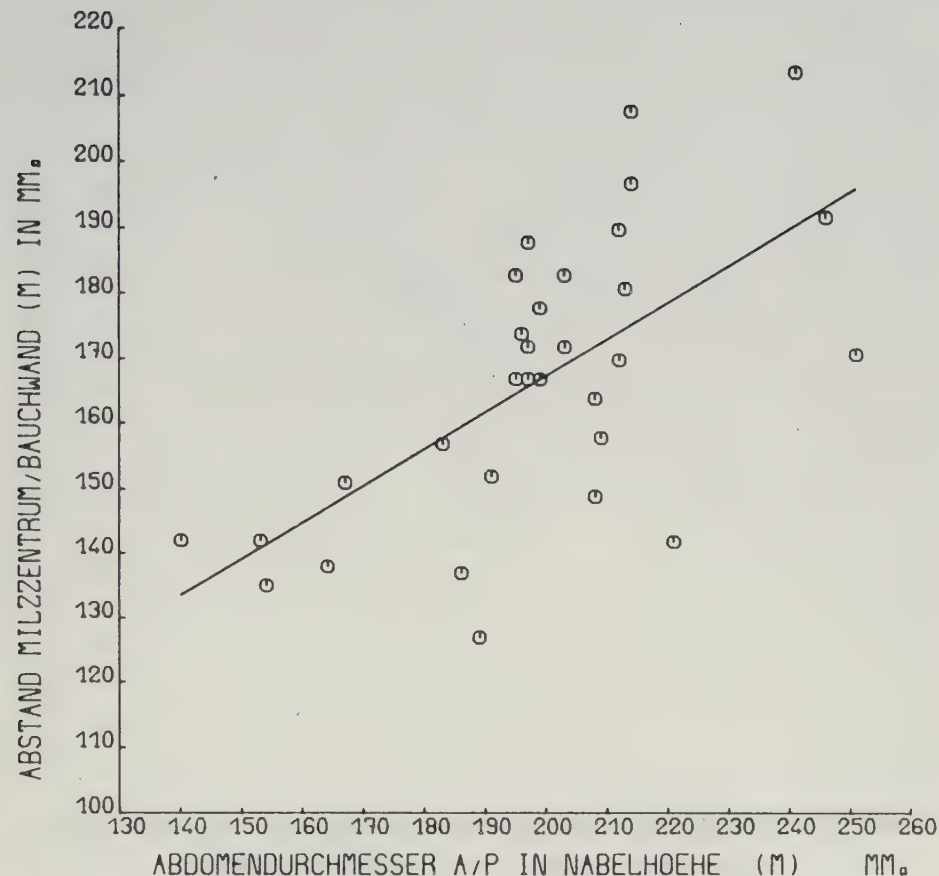
MINIMUM VOLUMEN = 1.2 CM**3

MAXIMUM VOLUMEN = 7.8 CM**3

ABSTAND LEBERZENTRUM/BAUCHWAND (M) IN MM.



PLOT DES ABSTANDS LEBERZENTRUM/BAUCH-
WAND GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)
MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.1 MM.
MITTELWERT ORGANABSTAND = 104.4 MM
KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.577
STANDARDABWEICHUNG = 10.2 MM
MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.
MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.
MINIMUM ORGANABSTAND = 76.0 MM
MAXIMUM ORGANABSTAND = 129.0 MM



PLOT DES ABSTANDS MILZZENTRUM/BAUCH-
WAND GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 166.7 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.65

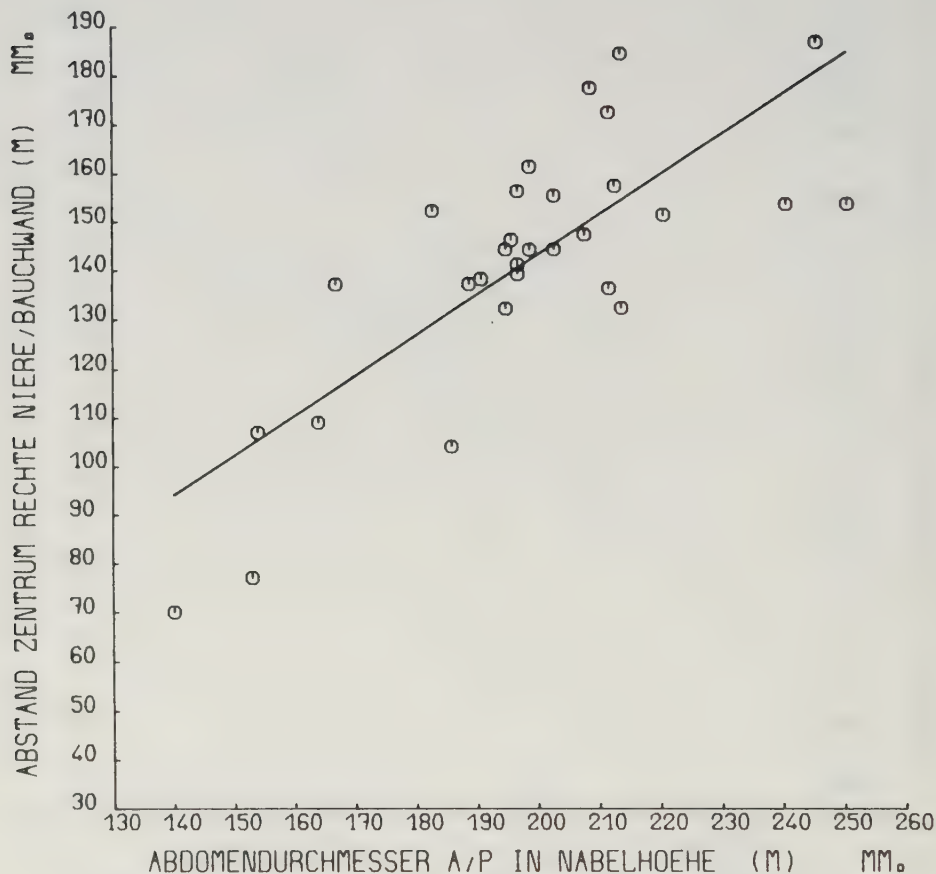
STANDARDABWEICHUNG = 16.83 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 127.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 214.0 MM



PLOT DES ABSTANDS RECHTE NIERE/BAUCH-
WAND GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 141.5 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.774

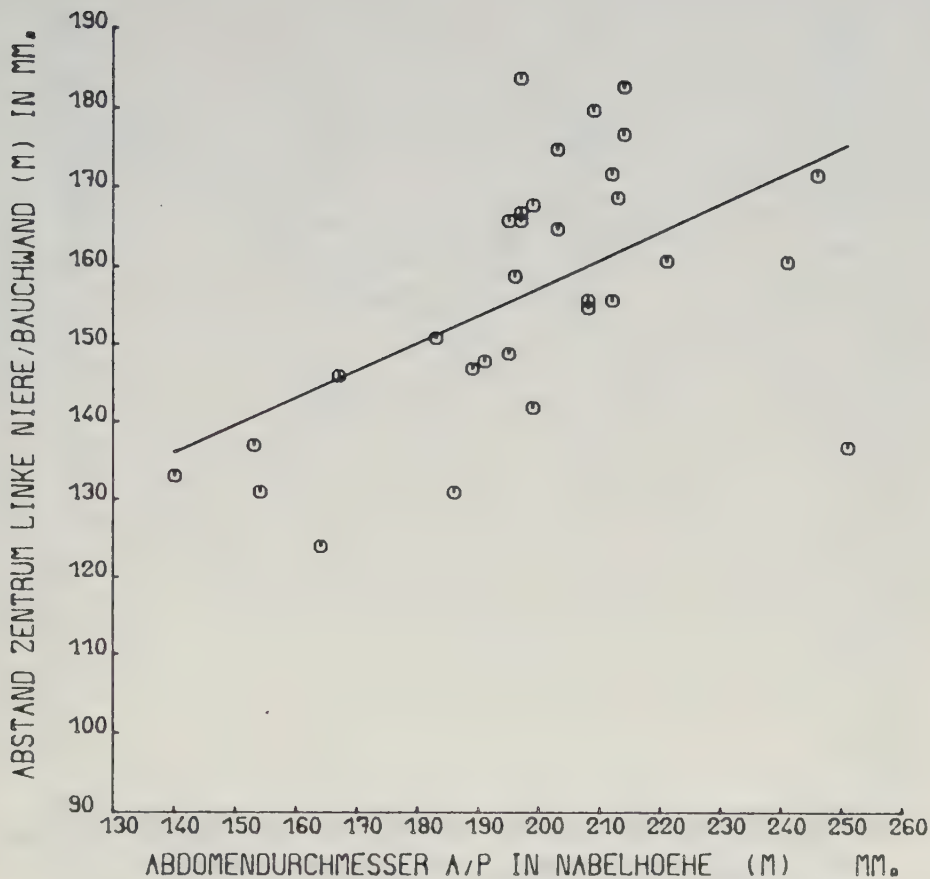
STANDARDABWEICHUNG = 16.7 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 70.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 186.0 MM



PLOT ABSTAND ZENTRUM LI. NIERE/BAUCHWAND
GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER = 198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 157.0 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.55

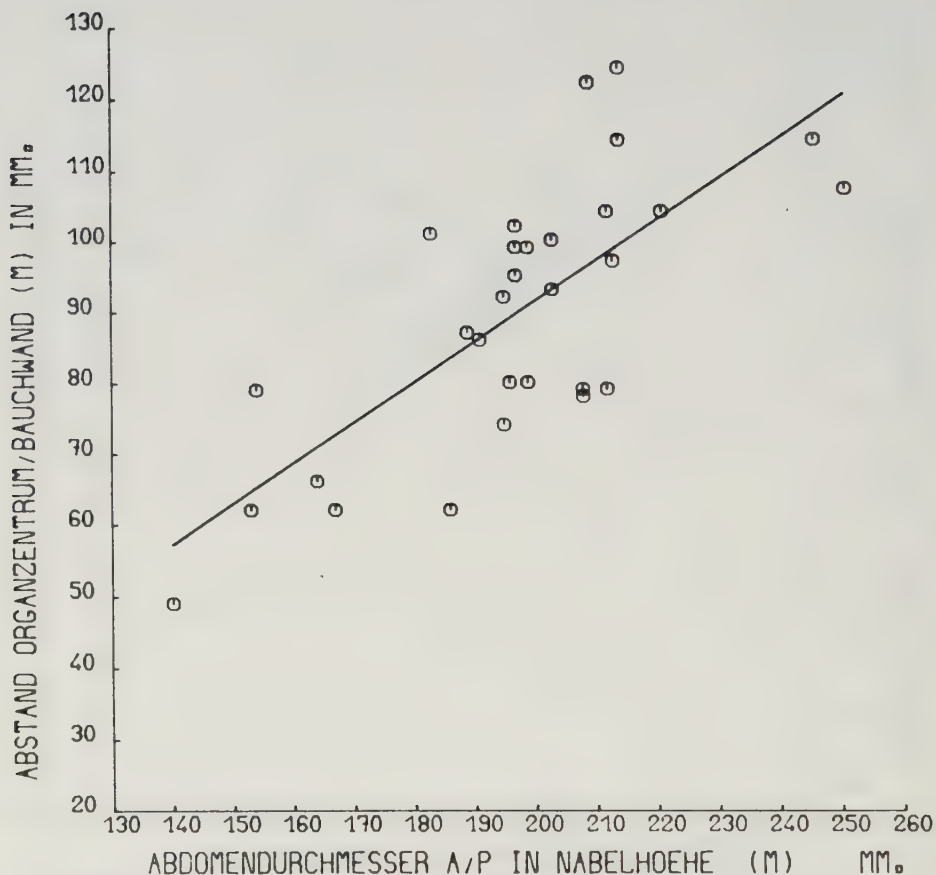
STANDARDABWEICHUNG = 13.85 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 124.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 184.0 MM



PLOT ABSTAND PANCREASKOPF/BAUCHWAND
GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=197.2 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 89.7 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.734

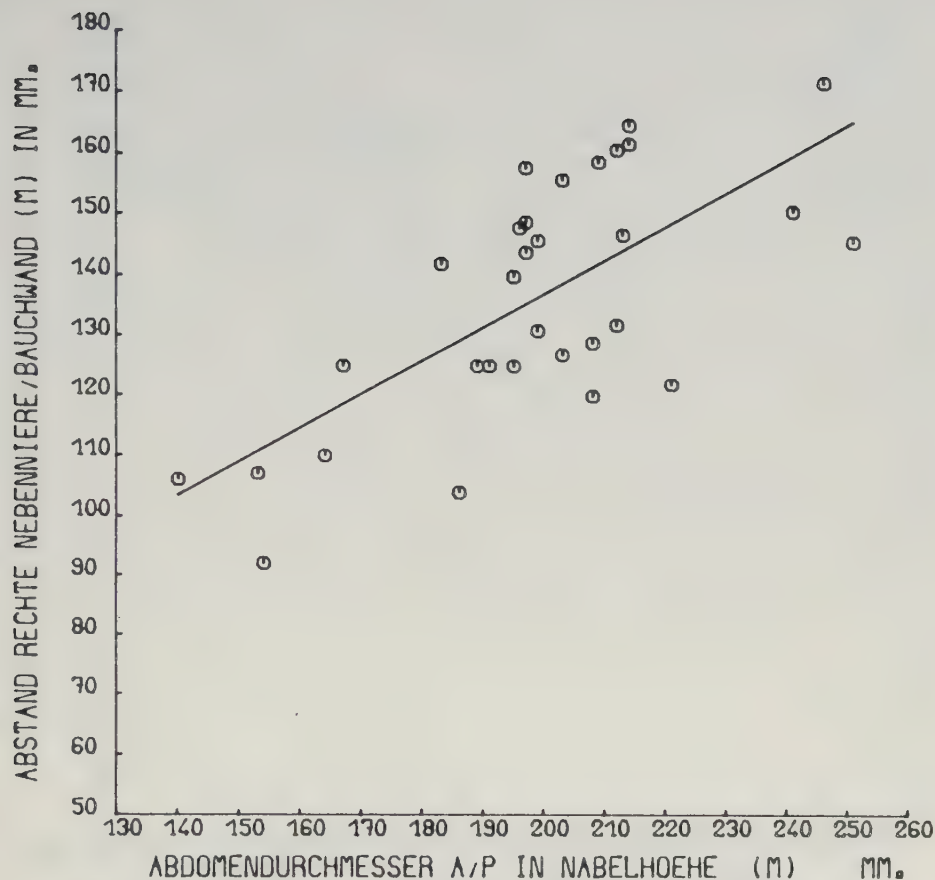
STANDARDABWEICHUNG = 12.8 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 49.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 124.0 MM



PLOT ABSTAND RECHTE NEBENNIERE/BAUCH-
WAND GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 136.3 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.696

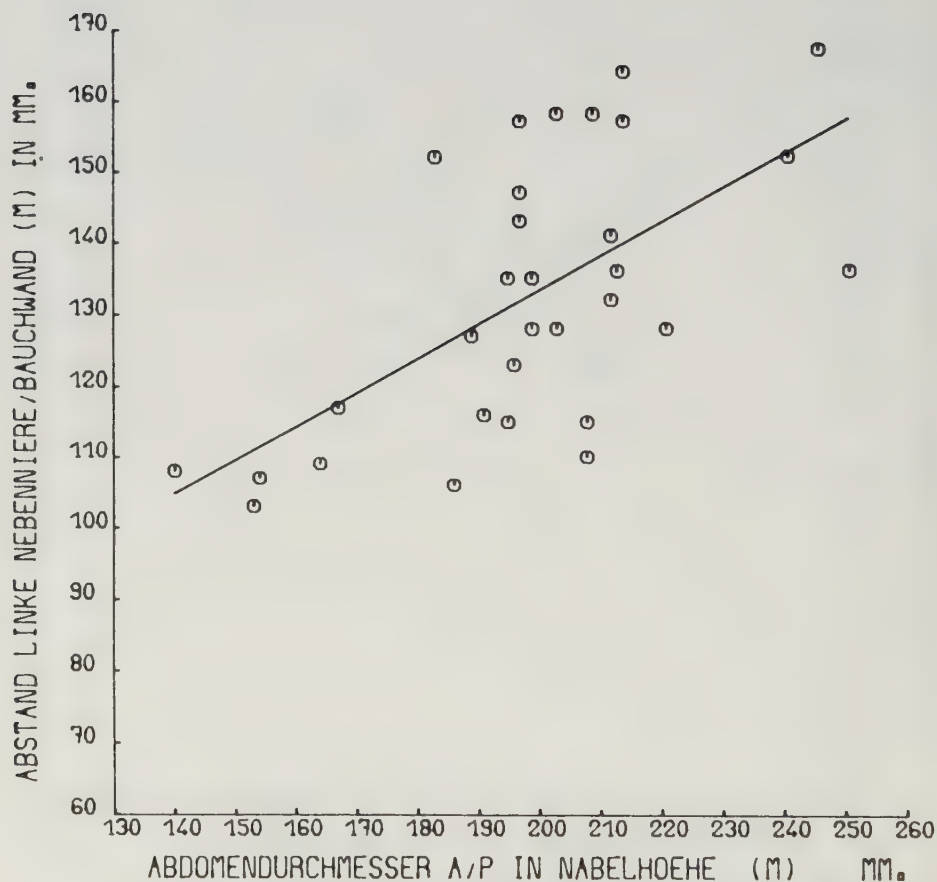
STANDARDABWEICHUNG = 14.5 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 92.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 172.0 MM



PLOT ABSTAND LI. NEBENIERE/BAUCHWAND
GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER = 198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 132.6 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.62

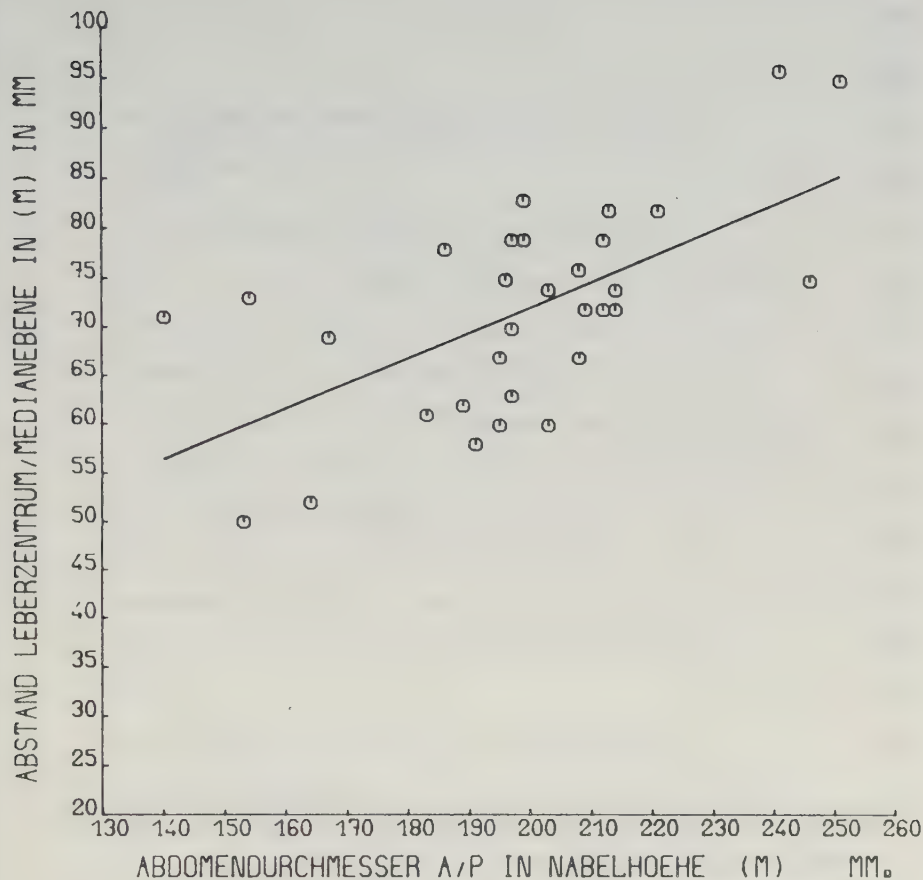
STANDARDABWEICHUNG = 15.1 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 103.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 167.0 MM



PLOT ABSTAND LEBERZENTRUM/MEDIANEBENE
GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER = 198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 71.8 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.62

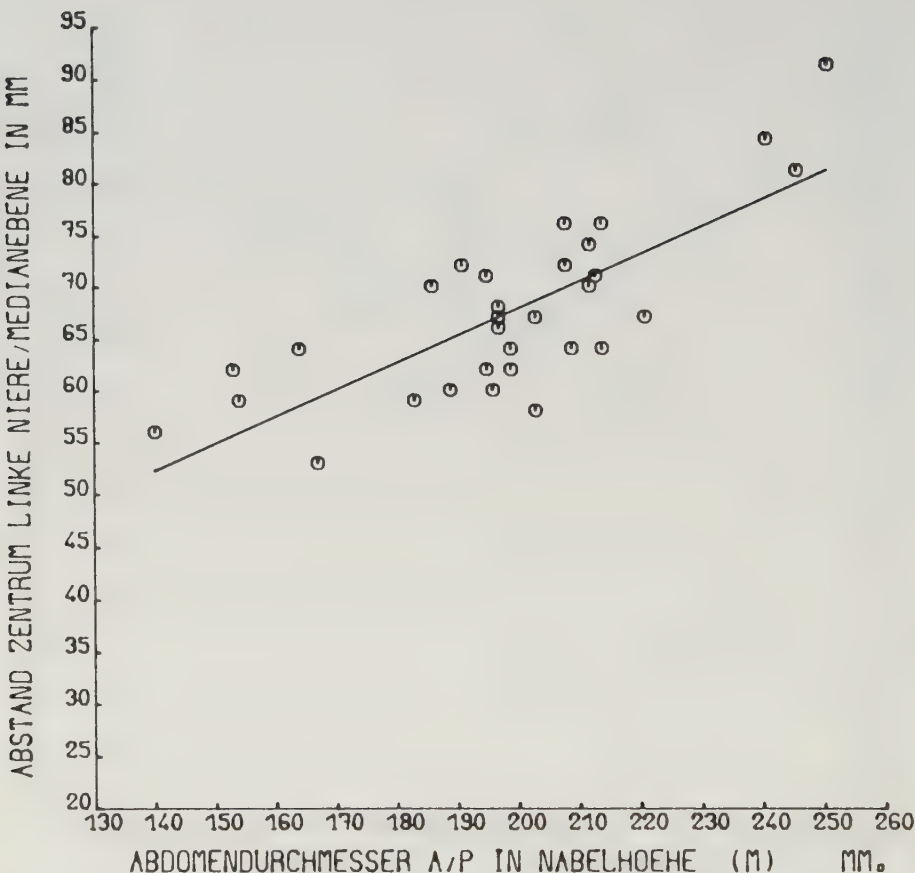
STANDARDABWEICHUNG = 8.33 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 50.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 96.0 MM



PLOT ABSTAND ZENTRUM LI. NIERE/MEDIAN-
EBENE GEGEN ABDOMENDURCHMESSER A/P (M)

MITTELWERT ABDOMENDURCHMESSER=198.6 MM.

MITTELWERT ORGANABSTAND = 67.4 MM

KORRELATIONSKOEFFIZIENT = 0.776

STANDARDABWEICHUNG = 5.3 MM

MINIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 140.0 MM.

MAXIMUM ABDOMENDURCHMESSER = 251.0 MM.

MINIMUM ORGANABSTAND = 53.0 MM

MAXIMUM ORGANABSTAND = 91.0 MM

8. Besprechung der Ergebnisse und Vergleich mit vorhandenen Daten

Wie aus den oben aufgeführten Daten und Kurven zu entnehmen ist, ergeben sich bei männlichen Probanden gewisse Zusammenhänge zwischen dem Volumen der Nieren, der Nebennieren, der Milz und dem Abdomendurchmesser in Höhe des Bauchnabels des jeweiligen Probanden, außerdem eine gute Korrelation von Abdomendurchmesser und dem Organabstand von der ventralen Rumpfwand.

Eine Zuordnung des Abstands des Organzentrums von der Medianebene erscheint nur für Leber und linke Niere der männlichen Probanden anhand des Abdomendurchmessers möglich.

Damit kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die mittlere Strahlenexposition in diesen Organen berechnet werden, die als Grundlage für die Ermittlung der risikogewichteten Äquivalentdosis dient.

Bei weiblichen Probanden ist, wie bereits erwähnt, eine Bestimmung der Organparameter mittels Zuordnung zu äußeren Körpermaßen nicht möglich. Bei einer genauen Ermittlung der Strahlenexposition, wie sie bei Frauen z.B. zur Bestimmung der Dosis am Uterus erforderlich ist, ist es deshalb sinnvoll, die Lage und Größe im Einzelfall z.B. durch Ultraschalluntersuchung festzulegen, wenn es notwendig erscheint, die Dosis mit genü-

gender Genauigkeit zu erfassen. Dies ist allerdings - auch nach den Empfehlungen der Deutschen Röntgengesellschaft - nur notwendig, wenn anzunehmen ist, daß die Dosis Werte von etwa 0.05 Gy überschreitet.

Die Internationale Strahlenschutzkommission stellt Berechnungen an, um Ganzkörperphantome von Neugeborenen, Kindern verschiedener Altersstufen und männlichen und weiblichen Erwachsenen für zukünftige Dosisbestimmungen zu konstruieren. Mit realistischen, durch computertomographische Untersuchungen an Lebenden berechneten Phantomen können die absorbierten Organ- und Gewebedosen bei Strahlenexposition durch therapeutische oder Umweltbestrahlung für jedes Alter bestimmt werden.

Diese Arbeit dient als Basis, die typischen Werte für Organvolumina und normale Lagebeziehungen der vermessenen Organe zu bestimmen, um Ganzkörperphantome festlegen zu können, die im Erwachsenenalter zur Ermittlung der effektiven Äquivalentdosis bei Bestrahlung von außen dienen sollen.

Die neuen Grundlagen zur Dosisberechnung werden durch die Internationale Strahlenschutzkommission voraussichtlich unter dem Titel :

"Doses to Members of the Public due to External Radiation" veröffentlicht werden.

Im Vergleich zu Daten, die aus anatomischen Atlanten

(z.B. Toldt, Hochstetter) zur Verfügung stehen, muß festgestellt werden, daß sich die an Leichen ermittelte Topographie der einzelnen Organe weitgehend von derjenigen, die an lebenden gewonnen wurde, unterscheidet. Diese Tatsache ist wohl darin begründet, daß durch Wegfall des Muskeltonus und Blutdruckabfall die Topographie der inneren Organe verändert wird. Diese Darstellungen eignen sich deshalb nicht, als Grundlage zu Lagebestimmungen und Dosisermittlung zu dienen. Die Abweichungen gehen aus den Tabellen dieser Arbeit hervor.

9. Zusammenfassung

Die Ermittlung des Risikos schädlicher Wirkungen durch ionisierende Strahlen bei Strahlenexposition von außen erfordert Daten über die Lage und Größe derjenigen Organe, die das Risiko schädlicher Wirkungen bestimmen. Zur Ermittlung der mittleren Organdosen durch Strahlenexposition bei Aufnahme radioaktiver Substanzen in den Körper sind bereits vor längerer Zeit Modelle entwickelt worden, die zur Berechnung der Dosen in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht dienen.

Für die Ermittlung der Strahlenexposition bei Bestrahlung von außen fehlen bisher genaue anatomische Daten. Aufgabe dieser Arbeit war es, anhand von Computertomogrammen die Lage und Größe der mit dieser Untersuchungsmethode beurteilbaren Organe im Abdomen zu bestimmen, wie sie sich in Körperquerschnitten bei Lebenden ergeben. Auf der Basis von Erhebungen an 60 Personen ergab sich, daß die Lage und Größe bei männlichen erwachsenen Personen mit einer relativ geringen Fehlerbreite zu bestimmen waren. Für bestimmte Organparameter, im besonderen die Korrelation zwischen Volumen der Milz, der rechten und linken Niere, der rechten und linken Nebenniere, dem Abstand der Leber, der Milz, der rechten und linken Niere, der rechten und linken Nebenniere und des Pankreaskopfes von der ventralen Rumpfwand und dem

Abstand der Leber, der linken Niere und des Pankreas-
kopfes von der Medianebene einerseits und dem Abdomen-
durchmesser andererseits ergaben sich gute Korrelations-
koeffizienten zu äußeren Körpermaßen. Somit können ohne
aufwendige Untersuchungen Rückschlüsse von leicht zu-
gänglichen Größen auf Lage und Größe innerer Organe ge-
zogen werden.

Bei weiblichen Personen zeigte sich dagegen, daß durch
die unterschiedliche Verteilung der Fettpolster eine
Lagebestimmung praktisch nur mit einer großen Fehler-
breite möglich ist. Die Korrelationskoeffizienten der
untersuchten Daten bewegten sich in einem Bereich zwi-
schen 0.0 und 0.2 und waren somit nicht verwertbar.

Als Folgerung daraus ist festzustellen, daß in diesen
Fällen bei einer genauen Ermittlung der Strahlenexposi-
tion in risikorelevanten Organen eine Lagebestimmung im
Einzelfall erforderlich ist.

Die Ergebnisse der Lagebestimmung und Ermittlung der
Organgrößen, die auch mit denen verglichen wurden, die
in anatomischen Atlanten abgebildet sind, sind in Tabel-
len zusammengefaßt worden.

10. Literaturverzeichnis

- /1/ Frick Hans : Spezielle Anatomie II
Thieme Verlag, Stuttgart-New York 1980

- /2/ Hübener Klaus-Henning : Röntgen (Computertomographie des Körperstammes)
Thieme Verlag Stuttgart 1981

- /3/ Hundeshagen Heinz : Radiologie
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1978

- /4/ International Commission on Radiological Protection
Publication 23

- /5/ International Commission on Radiological Protection
Publication 26 , Vienna 1982

- /6/ Sager Wolf- Dieter : Computertomographie
Thieme- Verlag Stuttgart 1979

- /7/ Siegenthaler Walter : Pathophysiologie
Thieme-Verlag Stuttgart, New York 1982

- /8/ Sinelnikov R.D. : Atlas Anatomie Cloveka
Prag 1981

- /9/ Toldt, Hochstetter : Anatomischer Atlas
Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, Wien 1975
- /10/ Wegener O.H. : Ganzkörper-Computertomographie
Cedip - Verlag, München 1978

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof.Dr.med. F.E. Stieve für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung beim Entstehen dieser Arbeit.

Ferner danke ich sehr herzlich Herrn Dr. G. Williams, der mir bei der statistischen Auswertung mit Rat und Tat zur Seite stand.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof.Dr.med. J. Lissner für die Erlaubnis, die Computertomogramme seiner Radiologischen Klinik in Großhadern auswerten zu dürfen, und seinem Oberarzt Dr.med. Hahn für die Anleitung an der Auswerteeinheit.

11. Lebenslauf

25.7.58	geboren in Prag als zweites Kind des Komponisten Ivo Vyhnalek und seiner Frau, der Internistin Dr. Dagmar Vyhnaalkova, geb. Maresova
1964 - 1968	Besuch der Grundschule in Prag
August 1968	Übersiedlung in die Bundesrepublik Deutschland
November 1968	Eintritt in das Gisela - Gymnasium in München
Mai 1978	Abitur am Gisela - Gymnasium in München
November 1978 - März 1981	Als Kaufmännischer Angestellter im Sporthaus Brunner in München tätig
Oktober 1980	Zuteilung der deutschen Staatsange- hörigkeit
1981 - 1987	Studium der Humanmedizin an der Ludwig - Maximilians - Universität in München

